

УДК 656.225

НАПРЯМКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПОРТУ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ЗРОСТАЮЧИХ РИЗИКІВ

DIRECTIONS FOR OPTIMIZING THE ORGANIZATION OF THE EXPORT OF GRAIN LOADS UNDER THE CONDITIONS OF GROWING RISKS

*канд. техн. наук Т.Ю. Калашнікова, магістрант А.О. Черниш
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*T.Y. Kalashnikova, PhD (Tech.), A.O. Chernysh undergraduate
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Україна є однією з небагатьох виробників та експортерів зернових культур у світі. Експорт українського зерна за останні роки зріс у 2,5 рази - з 22 млн. т. у сезоні 2012/2013 до 56 млн. т. в сезоні 2021/2022, що становить 15% світового експорту [1, 2]. Близько 95% експорту українського зерна проходить через морські порти, майже одночасно 70% експорту в порти транспортується залізницею [3].

До основних ризиків при перевезенні зернових вантажів залізничним транспортом можна віднести:

- дефіцит і зношеність вантажних ресурсів;
- дефіцит і зношеність тягових ресурсів;
- недостатня пропускна здатність портової інфраструктури;
- відсутність гнучкої тарифної політики.

При цьому обсяги експорту зернових вантажів за останні роки в цілому зросли, а обсяги перевезень цих вантажів залізничним транспортом зменшилися. Існуючі умови організації залізничних перевезень часто демонструють неефективність, що в кінцевому підсумку призводить до збільшення транспортно-логістичних витрат на перевезення зерна, тим самим знижуючи його конкурентоспроможність на зовнішніх ринках. Тому вантажовідправники все частіше вибирають для перевезення зерна інші види транспорту – автомобільний та річковий.

У зв'язку з цим особливої актуальності для залізниць набуває завдання створення зон концентрації навантаження. Метою такої системи є підвищення ефективності експортних перевезень зернових вантажів у морські порти від зон концентрації навантаження (вузлових станцій) маршрутними поїздами.

На основі кластерного аналізу було виділено 40 зон концентрації навантаження, які включають 85 станцій.

Однак, є такі станції, які входять до складу декількох зон. Тому в отриманій множині R потрібно вибрати підмножину R^* , де елементи m^* не пересікаються. Загальний обсяг навантаження (Q) при цьому повинен бути максимальний, а витрати (E), пов'язані з навантаженням і формуванням маршруту – мінімальні.

$$\begin{aligned} Q(R^*) \rightarrow \max \\ E(R^*) \rightarrow \min \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} \sum_{i=1}^{m^*} Q_{r(i)} \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^{m^*} E_i \rightarrow \min \end{cases} \quad (1)$$

При розв'язанні даної системи було отримано матрицю $X=|x_{yt}|$ ($y=1, 2, \dots, m$; $t=1, 2, \dots, n$), в ній рядок y відповідає зоні R_y , а стовпець t – станції y або b . Всі елементи матриці представляються булевою змінною $x_{yt} = \{0; 1\}$, де $x_{yt} = 1$. Кожній станції s_t відповідає певне значення середньорічного зернового навантаження q_t і параметр e_{yt} , який характеризує суму додаткових витрат, коли станція s_t включена в зону концентрації навантаження R_y . При цьому цільова функція (1) приймає вигляд:

$$\begin{cases} \sum_{y=1}^m \sum_{t=1}^n q_t x_{yt} \rightarrow \max \\ \sum_{y=1}^m \sum_{t=1}^n e_{yt} x_{yt} \rightarrow \min \end{cases} \Rightarrow \begin{pmatrix} \sum_{y=1}^m \sum_{t=1}^n q_t x_{yt} \\ - \sum_{y=1}^m \sum_{t=1}^n e_{yt} x_{yt} \end{pmatrix} \rightarrow \max \quad (2)$$

Цільова функція має такі обмеження:

$$\left\{ \begin{array}{ll} (\forall st) \left(\sum_{y=1}^m x_{yt} \leq 1 \right), & t = 1, 2, \dots, n \\ (\forall R_y^*) \left(\sum_{t=1}^n q_t x_{yt} \geq Q_{\min} \vee \sum_{t=1}^n q_t x_{yt} = 0 \right), & y = 1, 2, \dots, m \\ (\forall st \notin R_y) (x_{yt} = 0), & y = 1, 2, \dots, m; t = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (3)$$

Задача формування зон концентрації навантаження формалізується як багатокритеріальна оптимізація з булевими змінними. Для її вирішення використовуємо методи теорії множин та цілочисельного лінійного програмування.

В результаті розрахунків отримано 29 зернонавантажувальних зон які включають 73 станції. Вони в свою чергу забезпечують максимальну завантаженість вагонів з мінімальними витратами, яка складає 21% всього обсягу експорту зерна в Україні.

[1] Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

[2] Україна – вторая в мире по экспорту зерна после США [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://agroportal.ua/news/ukraina/ukraina---vtoraya-vmire-po-eksportu-zerna-posle-ssha/>

[3] Мямлин, С. В. Проблемы и перспективы перевозки зерновых грузов железнодорожным транспортом в Украине / С. В. Мямлин, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // Залізничний транспорт України. – 2013. – Вип.2(99). – С.32-34.